ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ ГНУЧКИХ ВИРОБНИЧИХ СИСТЕМ

Бородін Д.Ю.[1], Кулик Г.Г.[1], Семенова-Куліш В.В.[2]

[1]Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

[2]Український державний університет залізничного транспорту, м. Харків

Гнучка виробнича система - це сукупність технологічного обладнання, систем автоматизації та керування, що здатна швидко переналагоджуватися на випуск нових виробів у межах заданої номенклатури.

Ефективне багатономенклатурне виробництво при мінімальному втручанні людини (концепція "Lights-out manufacturing"). Роль мехатроніки: ГВС є найвищою формою інтеграції механіки, електроніки, сенсорики та ПЗ.

Основні компоненти технологічного обладнання:

- Багатоцільові верстати з ЧПК (Оброблювальні центри):
- Можливість виконання різних операцій (токарних, фрезерних, свердлильних) за одну установку.
- Автоматичні зміні інструментів (АТС) та палет (АРС).
- Робототехнічні комплекси (РТК):
- Промислові роботи для завантаження/розвантаження заготовок.
- Колаборативні роботи (коботи) для спільної роботи з персоналом.
- Вимірювально-контрольні пристрої:
- Координатно-вимірювальні машини (КВМ).
- Лазерні сканери та системи технічного зору для контролю якості "на ходу".

Системна інтеграція та керування:

- Багаторівнева ієрархія: Від локальних контролерів (PLC) на кожному верстаті до систем управління цехом (MES) та підприємством (ERP).
- Єдиний інформаційний простір: Використання протоколів передачі даних (OPC UA, MQTT) для синхронізації всіх одиниць обладнання.

Проектування ГВС у середовищі САПР:

- CAD/CAM інтеграція: Розробка 3D-моделей виробів та автоматична генерація керуючих програм для верстатів та роботів.
- Імітаційне моделювання (Discrete Event Simulation):
- Аналіз продуктивності системи до її фізичного створення.
- Виявлення «вузьких місць» (bottlenecks) у логістиці цеху.
- Цифрові двійники (Digital Twins): Створення віртуальної копії ГВС для відпрацювання сценаріїв переналагодження та прогнозування відмов.

Технологічне обладнання ГВС є фундаментом індустрії 4.0. Проектування таких систем неможливе без наскрізного використання САПР, що дозволяє поєднати складну механіку з інтелектуальним керуванням у єдиний високоефективний організм.